



AGRESSIVIDADE AMBIENTAL EM ESTRUTURAS DE PONTES E OS IMPACTOS NEGATIVOS AO MEIO AMBIENTE DESSAS CONSTRUÇÕES: ANÁLISE PER - MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA

Área temática: Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Ubiratan Rohan

rohanbira@bol.com.br

Carlos Alberto Pereira Soares

carlossoares.uff@gmail.com

Sergio Luiz Braga França

sfranca@vm.uff.br

Marcelo Jasmim Meiriño

marcelo@latec.uff.br

Resumo: *Muitas pontes estão localizadas em ambientes considerados de forte agressividade ambiental, como matas, rios, regiões industrializadas, ambientes nativos com fortes variações climáticas, onde a agressividade destes ambientes proporciona desequilíbrios associados à patologias que atacam às estruturas de pontes trazendo graves consequências à vida útil e à funcionalidade da estrutura. Por outro lado, o meio ambiente se apresenta como o espaço a ser modificado pela ação antrópica e essa transformação precisa ser pensada de forma sustentável, para que os impactos ambientais negativos sejam minimizados e não comprometam irreversivelmente o ecossistema presente ao ambiente construído. Portanto, esse artigo objetiva explicitar agressões ao meio ambiente por evento de construção relacionado a pontes, bem como, as agressões que o próprio meio ambiente tende e pode devolver ao mesmo evento. Além disto, o presente trabalho busca identificar e sugerir as principais ações para ambos os casos como forma de contribuir para o equilíbrio dos princípios sustentáveis, quais sejam: Econômico, social e ambiental. Do ponto de vista metodológico, entende-se que o PER - Modelo Pressão-Estado-Resposta (CARVALHO et 2008) representa um modelo eficaz para identificações das variáveis envolvidas. Dos resultados se espera identificar e sugerir, como contribuição, um conjunto de ações para extinção e mitigação de patologias nas estruturas e também, de impactos negativos ao meio ambiente.*

Palavras Chaves: *Impactos Ambientais, Estruturas de Pontes e PER Pressão-Estado-Resposta.*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Segundo MENDES et al (2010), Atualmente, os materiais mais utilizados na construção de pontes são os materiais metálicos (aço) e o concreto armado que possuem substâncias tóxicas e não-biodegradáveis, o que fazem deles materiais potencialmente nocivos a um ecossistema fechado.

Para LOURENÇO (2007):

“Outros problemas estão relacionados à construção de pontes sobre ambientes aquáticos ou terrestres nativos. Estas estruturas são obras-de-arte especiais que estão sujeitas à ação de diversas patologias da construção, devido ao uso contínuo e a falta de programas preventivos de manutenção na maior parte dos casos. Essas obras constituem parte essencial de muitos sistemas viários em todo o mundo e, no entanto, apresentam problemas de ordem estrutural que necessitam de solução emergencial.”

Do ponto de vista ambiental os aspectos relacionados aos agentes ambientais agressivos as estruturas de pontes e concomitantemente as agressões que essas estruturas provocam ao meio ambiente podem ser tratados metodologicamente. Os índices sintéticos de pressão, estado e resposta podem identificar cada problema ambiental relacionando-o às causas e às respectivas políticas adotadas ou medidas efetivas para sua extinção e/ou mitigação. Os índices de pressão, estado e resposta fazem parte do PER – Pressão-Estado-Resposta, um modelo pouco utilizado no Brasil, mas, comumente utilizado no âmbito internacional para apresentação e análise de panoramas e estatísticas ambientais. (CARVALHO et 2008) .

1.2 O Problema da Pesquisa

Nesse contexto é preciso investigar: Quais ações se fazem necessárias para prevenir, corrigir, mitigar, para se alcançar o equilíbrio econômico, social e ambiental dessas construções? Ou, Qual a Metodologia pode ser usada para se aferir as variáveis do binômio em contraposição, representado neste trabalho pelo meio ambiente e a construção de pontes? As respostas para estes problemas podem ser embasadas em registros presentes em literaturas específicas relacionadas ao tema e alicerçadas em uma metodologia que suporte os estudos que deve identificar quais os impactos que estão presentes de lado a lado dessa questão.

1.3 objetivos da Pesquisa

1.3.1 Objetivo Geral

Como objetivo Geral, portanto, esta pesquisa aponta para a necessidade de se construir um conjunto de sugestões que possam extinguir ou mitigar os impactos causados pela construção de pontes no meio ambiente, bem como, propor ações que minimizem os danos causados às estruturas de pontes por meio ambiente

1.3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar ou se aproximar do objetivo geral proposto buscar-se-á identificar alguns objetivos mais específicos, como:

- Identificar impactos ambientais causados pela construção de pontes;
- Identificar danos causados às estruturas de pontes em concreto e estrutura metálica pelo meio ambiente.
- Identificar e utilizar uma metodologia que seja reconhecida e adequada para a finalidade proposta.

2 . REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agressões ao Meio Ambiente por Eventos de Construção de pontes

2.1.1 Ecossistemas

Processos bioquímicos, como fotossíntese e quimiossíntese, relações ecológicas, cadeias alimentares e fluxos tróficos são os principais meios de se promover a integração entre as populações de um mesmo ecossistema. Os ecossistemas podem ser abertos ou fechados dependendo de sua relação com o meio externo.

Interpretando MENDES et al (2010), o fato de tenderem ao isolamento, os ambientes fechados apresentam características físico-químicas bastante particulares e os organismos nele presentes devem estar bastante adaptados para que possam sobreviver sem dificuldades. O desmatamento ou a abertura de pontos vulneráveis, como a inserção de um pilar, em um ambiente fechado pode acarretar a completa desconstituição do meio, devido a problemas derivados direta ou indiretamente da obra.

Os ecossistemas aquáticos são bastante sensíveis a estímulos externos e são os primeiros a responder a degradação ambiental e a poluição, muito embora, a maior parte dos ecossistemas terrestres fechados corresponde às florestas nativas que são caracterizadas por apresentar vegetação de grande porte, o que limita a entrada de luz, e relações ecológicas bem definidas e muito específicas. Essas características tornam o ambiente bastante vulnerável, possibilitando que pequenas modificações ambientais gerem um desequilíbrio ecológico. (MENDES et al 2010),

MENDES et al (2010), defende que:

“Muitas das interferências no ambiente natural são causadas pela inserção de uma construção em uma região fechada e nativa. No caso de pontes e viadutos, estes promovem uma irregularidade da dinâmica de equilíbrio do ecossistema.”

2.1.2 Impactos Ambientais por Eventos Construtivos

Segundo MENDES et al (2010), os Problemas associados à obra, segundo podem ser descritos como: a) Poluição do ambiente (vazamento de produtos químicos); b) Despejo no ambiente natural de materiais e substância tóxicas. (que podem representar a extinção de espécies); c) Permanente modificação da topologia do ambiente (devido às escavações e aterros necessários à fundação e montagem da estrutura de pontes e viadutos - Essa alteração topológica tem sérias implicações no habitat dos animais e na fisiologia dos vegetais); d) Ruídos provocados pela construção (Ocorrem tanto no período de execução da obra como após a inauguração, devido ao tráfego de veículos e alterarem o comportamento de animais e a fisiologia dos vegetais, gerando desvios nas relações ecológicas, levando ao desequilíbrio do ecossistema) e; e) Emissão de gases poluentes na atmosfera. (provoca o desequilíbrio e ecossistema devido a alteração local da atmosfera, permitindo maior incidência de raios solares e maior retenção de calor na superfície, aumentando a ação do efeito estufa).

Conforme ainda, MENDES et al (2010), a introdução de uma construção artificial, como uma ponte, em um ambiente nativo pode modificar a ocorrência natural dos mecanismos associados à mudança do fluxo d'água, principalmente, devidos ao assoreamento do corpo d'água.

Para MORAIS et al (2007), a corrosão, enquanto parte de um processo eletroquímico, libera íons no meio ambiente, alterando, dessa maneira, o balanço iônico do meio, o que já é suficiente para modificar o equilíbrio osmótico dos seres vivos, exigindo deles um maior esforço metabólico a fim de manterem sua sobrevivência.

A incidência de problemas ambientais impulsiona a engenharia estrutural a buscar por novas tecnologias, técnicas e novos materiais com o intuito prevenir danos e/ou mitigá-los. Com o aumento da preocupação com as causas ambientais, as pesquisas nesta área se intensificaram.

2.2 Agressões Ambientais às Estruturas de Pontes

As patologias verificadas em pontes e viadutos situados em meios de forte agressividade ambiental têm naturezas variadas e, quando não tratadas adequadamente, comprometem a funcionalidade da estrutura.

Para o desenvolvimento de patologias em uma estrutura de pontes basta a ocorrência de falhas e incorreções em uma das etapas de construção.

Para MENDES et al (2010).no caso de obras-de-arte especiais, alguns fatores possui papel determinante na ocorrência e intensidade da corrosão. São eles: o ambiente onde a estrutura se situa, os agentes agressivos presentes no meio e a capacidade de resistência da estrutura. A composição física, química e biológica pode constituir um diferencial na ocorrência de patologias em uma estrutura, já que propriedades ambientais são conferidas a partir dos mesmos.

Ainda, a partir de MENDES et al (2010), tem-se que, agentes agressivos atuantes nas estruturas de pontes e viadutos resultam de ações ambientais ou atmosféricas, agressões biológicas ou por agressões oriundas de vícios construtivos ou da má utilização. No entanto, é importante observar que nem todos os componentes ambientais contribuem para a agressividade do meio, quando apenas, interferem na evolução da patologia.

Com Base em MENDES et al (2010), temos:

Fatores que influencia na ação de corrosão de pontes:



- 1) Composição da estrutura: concreto armado e protendido: a) Corrosão por ação de cloretos - Neste caso, os íons provocam o rompimento da camada de óxido protetora da armaduras em estruturas de concreto, e, paralelamente, facilitam a dissolução do cimento, expondo-as à deterioração por processos geralmente químicos ou eletroquímicos e; b) Corrosão por ação de carbonatação - Diminuição da alcalinidade do cimento, em função da reação do hidróxido de cálcio com compostos do meio, gerando sais de cálcio, prejudicando as estruturas de concreto, a partir da fragilização do cimento, expondo, assim, as armaduras ao meio.
- 2) Composição da estrutura: Estrutura metálica e de concreto: a) Corrosão por processos eletroquímicos - Ocorrem a partir de reações de oxirredução. Átomos metálicos são transformados em íons livres, em contato com solução aquosa. Este caso afeta: tanto estruturas de pontes metálicas como estruturas de pontes de concreto.

Ainda, conforme MENDES et al (2010), a corrosão em pontes e viadutos também pode ser causada por: Variabilidade genética e fisiológica existente dentre os microrganismos, principalmente bactérias. – Corrosão microbiológica - bactérias permitem a instalação de grupos nocivos às estruturas causando-lhes vulnerabilidades. Além disso, a formação de biofilmes e agregados biológicos tende a aumentar os níveis de corrosão, ao mesmo tempo em que dificulta a remoção dos seres ali presentes.

Segundo MENDES et al (2010),

“O registro desses organismos pode ser um indicativo da presença de biofilmes e colônias microbianas na região da ponte em questão. A ocorrência de fissuras é um fenômeno bastante comum nas pontes de concreto armado em todo mundo, seja na superestrutura ou na infra-estrutura.”

Alguns cuidados são necessários para a preservação da funcionalidade e aumento da vida útil de uma estrutura de pontes e viaduto expostas à mecanismos de deteriorização (MENDES et al 2010): a) Manutenção eficiente (adequado e suficiente), que inclua os procedimentos necessários ao bom estado da ponte e; b) Recuperação emergencial se for o caso. - a fim de evitar o colapso da estrutura.

A NORMA DNIT 090/2006 – ES - DNIT - Patologias do concreto – Especificação de serviço estabelece algumas direções que norteiam as causas e tratamentos das agressões que ocorrem em Estruturas de ponte em concreto. Interpretando o que consta em DNIT (2006), é importante no acompanhamento da obras de pontes:

- Listar as patologias do concreto, de origem física e química;
- Estabelecer procedimentos a serem seguidos sempre que seja necessário recuperar as peças afetadas pelas patologias, de origem física ou de origem química;
- Identificação causas e formas de recuperação de patologias;
- O manejo ambiental;
- Observar o devido tratamento da Inspeção e dos critérios de medição.

Conforme o DNIT (2006) se pode citar com principais agressões provocadas pelo meio ambiente às estrutura de concreto DNIT (2006):



Causas Físicas:

1) desgaste superficial, ou perda de massa devida à abrasão, à erosão e à cavitação:

a) Desgaste superficial devido à abrasão - Refere-se a atrito seco e é a perda gradual e continuada da argamassa superficial e de agregados em uma área limitada; bastante comum nos pavimentos, pode ser classificada, conforme a profundidade do desgaste, em: desgaste leve; desgaste médio; desgaste pesado e desgaste severo;

b) Desgaste superficial devido à erosão - Causado por fluído de ar, água em movimento, principalmente em pontes, contendo partículas em suspensão atuando sobre superfícies de concreto. (DNIT, 2006) e;

c) Desgaste superficial devido à cavitação - Os fluxos não lineares, a velocidades acima de 12m/s, em ambientes abertos, podem causar uma erosão severa do concreto, devida à cavitação. Em águas correntes, formam-se bolhas de vapor quando a pressão absoluta local, em dado ponto na água, é reduzida à pressão de vapor ambiente da água, para dada temperatura ambiente. À medida que as bolhas de vapor que fluem na água entram em uma região de pressão mais elevada, elas implodem com grande impacto, pela entrada de água a alta velocidade nos espaços antes ocupados pelo vapor, causando severas erosões localizadas. A cavitação provoca um desgaste irregular da superfície do concreto, dando-lhe uma aparência irregular e corroída, muito diferente das superfícies desgastadas de forma regular pela erosão de sólidos em suspensão. (DNIT, 2006)

2) Desgastes por condições gerais da fissuração

a) Fissuração devida a gradientes normais de temperatura e umidade - Sempre que as mudanças de volume nos elementos de concreto, causadas por gradientes de temperatura e umidade, provocarem tensões de tração superiores às tensões de tração admissíveis, poderá haver o aparecimento de fissuras de origem física. (DNIT, 2006)

b) Fissuração devida à pressão de cristalização de sais nos poros - Segundo a ACI (American Concrete Institute), há evidências de que a ação, puramente física, da cristalização de sulfatos nos poros do concreto pode ser responsável por danos consideráveis, sem envolver o ataque químico ao cimento. (DNIT, 2006);

c) Fissuração devida à ação de Temperaturas extremas: I) congelamento e degelo - Deterioração por ação do congelamento - congelamento e degelo, na presença de umidade e produtos químicos para degelo, são suscetíveis a descascamento, isto é, a superfície acabada do concreto escama ou descasca. As causas da deterioração do concreto endurecido pela ação do congelamento podem ser relacionadas à complexa microestrutura do material e às condições específicas do meio ambiente. (DNIT, 2006) e ; II) Deterioração por ação do fogo – Alta temperatura – Não comentado.

d) Fissuração devida à carga estrutural – Não comentada.

Causas Químicas (DNIT, 2006)

. Conforme o DNIT, 2006:

“As reações químicas que provocam a degradação do concreto podem ser resultantes de interações químicas entre agentes agressivos presentes no meio ambiente externo e os constituintes da pasta de cimento ou podem resultar de reações internas, tipo reação álcaliagregado, ou da reação da hidratação retardada CaO e MgO cristalinos, se presentes em quantidades excessivas no cimento Portland, ou ainda, da corrosão eletroquímica da armadura do concreto. “

Segundo DNIT (2006), as Reações químicas podem ser: a) Reações por troca de cátions; b) Reações envolvendo hidrólise e lixiviação dos componentes da pasta de cimento endurecido: Eflorescência e; c) Reações envolvendo a formação de produtos expansivos.

Os três tipos de reações, baseadas na troca de cátions e que degradam o concreto são as relacionadas a seguir: a) Formação de sais solúveis de cálcio. As reações por troca de cátions entre as soluções ácidas e constituintes da pasta de cimento geram sais solúveis de cálcio que podem ser removidos pela lixiviação, degradando o concreto. . (DNIT, 2006); b) Formação de sais de cálcio insolúveis e não expansivos - A exposição do concreto a restos de animais em decomposição ou a materiais vegetais causa a degradação química do concreto através da ação do ácido húmico. . (DNIT, 2006) e; c) Ataques químicos por soluções contendo sais de magnésio. A água do mar, as águas subterrâneas e alguns efluentes industriais podem conter cloretos, sulfatos e bicarbonatos de magnésio em concentrações danosas ao concreto. . (DNIT, 2006)

Já as Reações envolvendo hidrólise e lixiviação dos componentes da pasta de cimento endurecido referem-se a eflorescência - Provocada quando águas puras com poucos ou nenhum íon de cálcio entram em contacto com a pasta de cimento Portland; elas podem hidrolisar ou dissolver os produtos contendo cálcio. A lixiviação do hidróxido de cálcio do concreto, além da perda de resistência, provoca agressões estéticas, já que o produto lixiviado interage com o CO₂ presente no ar, daí resultando a precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície. . (DNIT, 2006)

No que tange às reações envolvendo a formação de produtos expansivos, DNIT (2003) descreve quatro fenômenos associados com reações químicas expansivas : a) Ataque por sulfato; b) Reação álcali-agregado ou reação alcalisilica; c) Hidratação do MgO e CaO cristalinos e; d) Corrosão da armadura do concreto.

Ressalta-se que no manejo ambiental, as atividades diferenciadas para recuperação das Patologias do Concreto podem variar, em número, de acordo com a patologia a ser tratada, a gravidade da mesma e o tipo e dimensão da obra; nenhuma delas, entretanto causa qualquer agressão permanente ao meio ambiente. . (DNIT, 2006)

O meio ambiente também agride as estruturas de Pontes, a partir de eventos extremos. (movimento de massa, terremotos, maremotos etc.). Todavia esse parâmetro não é tratado neste trabalho. . (DNIT, 2006)

2.3 PER – Pressão-Estado-Resposta

O instrumento PER (Pressão, Estado, Resposta) foi desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que publica seus indicadores nesse formato.

Ele se baseia no princípio de que as atividades exercem pressão sobre o meio ambiente, provocando alteração de seu estado ao alterar a qualidade e a quantidade de recursos naturais. Como consequência, a sociedade responde por meio de políticas ambientais, econômicas ou setoriais.

“O Modelo PER - “Pressão – Estado – Resposta” - é o marco ordenador mais utilizado para apresentação de estatísticas e indicadores das áreas ambientais e de desenvolvimento sustentável.” (CARVALHO et al,2008)

O modelo PER agrupa os indicadores nas categorias Pressão, Estado e Resposta, onde: a) Pressão: os indicadores de pressão ambiental representam as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente; b) Estado: os indicadores de estado ou condição ambiental expressam a qualidade do ambiente e a qualidade e quantidade de

recursos naturais em termos qualitativos e quantitativos e; c) Os indicadores de resposta expressam a extensão e a intensidade das reações individuais e coletivas da sociedade às alterações das condições ambientais.

“A grande vantagem do modelo PER e suas variantes é apresentar uma visão conjunta dos vários componentes de um problema ambiental, o que facilita o diagnóstico do problema e elaboração da respectiva política pública, pois vai além da mera constatação da degradação ambiental e revela seu impacto, suas causas, o que está por trás dessas causas e as ações que estão sendo tomadas para melhorar esse quadro. (CARVALHO et al,2008)”

3. MÉTODO

Além da pesquisa bibliográfica realizada, trabalho utilizará o modelo PER – Pressão-Estado-Resposta que como já foi informado, ainda é pouco utilizado no Brasil. (CARVALHO et 2008). Por isso mesmo, está será um forma de se despertar para o conhecimento desse modelo de índice sintético.

Serão também utilizados 3 (três) estudos realizados em construções de pontes, onde se identificam os principais impactos ambientais causados por estes eventos e, paralelamente, os danos causados às estruturas pelo próprio meio ambiental onde estão localizadas às respectivas obras. A finalidade do relato de construções é identificar, de ambos os lados, os principais impactos que esses eventos sofrem mutuamente, possibilitando assim, a elaboração de um conjunto de propostas para o tratamento dos respectivos impactos.

A partir da revisão da literatura, dos três estudos (também baseado em literaturas) e da aplicabilidade do Modelo PER são construídas três tabelas representando o condensamento e consolidação dos resultados obtidos que subsidiam as análises e comentários desses resultados que auxiliarão, fundamentalmente, a construção do conjunto de propostas.

4. IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE E DANOS ÀS ESTRUTURA DE PONDES

4.1 Impactos Ambientais Causados Pela Construção de Pontes

Caso 1: Trabalho apresentado na FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT.

Autores: Bruno Correia, Iracildes Bequimam, Mayara Trindade, Josiano de Souza, José Roberto Santos¹ - Cid Tacaoca Muraishi ²

¹ Bruno Correia, Iracildes Bequimam, Mayara Trindade, Josiano de Souza, José Roberto Santos - Acadêmicos do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade Católica do Tocantins – FACTO.<iracildesbeckman@hotmail.com>

² Orientador prof. Msc.

Título: Avaliação de Impactos Ambientais das Obras da Ponte Sobre o Rio Tocantins Entre as Cidades de Lajeado/TO e Miracema do Tocantins/TO – Por: Fundação Universidade Federal do Tocantins – UFT

Objetivo: Avaliar ambientalmente as obras da Ponte sobre o Rio Tocantins entre as cidades de Lajeado/TO e Miracema do Tocantins/TO, tendo em vista os impactos causados pelo empreendimento desde a implantação até a sua desativação. CORREIA et al (2010)

Localização: sobre o rio Tocantins, inserida na rodovia TO-445 no trecho Lajeado/ Miracema, localiza-se a montante do reservatório hidrelétrico de Lajeado. CORREIA et al (2010)

Na figura 1 pode ser observados detalhes da construção da mesoestrutura dos trechos de acesso



Figura 1 – Detalhe da Construção na Mesoestrutura dos trechos de acesso

Fonte: SEPLAN-TO. 2010 - (In: CORREIA et al (2010).)

A reprodução parcial deste caso tem a finalidade de levantar e pontuar os impactos ambientais positivos e negativos visando subsidiar o estudo proposto comparativo entre os danos causados e sofridos pela Construção de pontes com relação ao meio ambiente.

Os dados foram copilados do trabalho original e estão apresentados de forma sintética neste trabalho. Os Impactos da construção, bem como as medidas respectivas são distribuídas por 4 fases distintas, a saber: Implantação, Operação, manutenção e desativação, conforme abordado por CORREIA et al (2010):

Fase de Implantação

Ação 1: Desmatamento da área para a construção dos alojamentos, escritório e área de refeição:

Impactos: Ar: 1) Possível mudança no micro clima (temperatura ambiente) local devido à diminuição da absorção dos raios solares pela vegetação; 2) conseqüente aumento da reflectância; 3 – provável aumento dos níveis de gás carbônico no ar devido à diminuição do seqüestro de carbono através da fotossíntese;

Impactos: Fauna: 4- provável afugentamento da fauna devido à diminuição de seu hábitat e aumento de ruídos na área; 5- possível redução do número de cepas de microrganismos presentes no solo devido à escassez de alimento e perda de habitat;

Impactos no Solo: 6- provável perda da capacidade do solo de reter água devido à compactação do solo; 7- provável redução da camada fértil do solo devido ao escoamento superficial das águas;

Impactos no Recursos Hídricos: 8 – carreamento de sedimentos para o leito do Rio em função da exposição do solo

Impactos na Flora: 9- redução do número de indivíduos de espécies do Cerrado em conseqüência da retirada da vegetação;

Impactos para o Homem: 10- dano à paisagem natural devido à transformação visual/física do ambiente; 11- geração de emprego devido à demanda de mão-de-obra para desmatar a área; 12

redução da qualidade de vida da população local em decorrência da poluição do ar e do aumento dos níveis de CO₂ na região;

Ação 2: construção de poço artesiano:

Impactos: Ar: 1- poluição sonora;

Impactos Fauna: 2- provável alteração na micro biota devido à remoção dos horizontes do solo;

Impactos na Água: 3- possível alteração na qualidade da água em decorrência da turbidez que será aumentada;

Impactos para o Homem: 4- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido à poluição sonora que os mesmos são expostos; 5- geração de empregos devido à demanda para a execução da ação;

Ação 3: construção de fossa séptica:

Impactos: Ar: 1- possível alteração da dispersão das ondas sonoras decorrente do aumento dos níveis de ruídos (poluição sonora);

Impactos:Solo: 2- provável alteração na composição química do solo decorrente do uso do cimento para a construção da barreira com tijolos (poluição do solo);

Impactos: Fauna: 3- provável alteração na microbiota devido à remoção dos horizontes do solo;

Impactos para o Homem:4- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido à poluição sonora que os mesmos são expostos; 5- geração de empregos devido à demanda para a execução da ação;

Ação 4: aplainamento do terreno:

Impactos: Ar: 1- provável aumento da concentração de material particulado em suspensão no ar em consequência da poluição do ar por poeira;2- possível alteração da dispersão das ondas sonoras decorrente do aumento dos níveis de ruídos (poluição sonora); 3- possível aumento da concentração de gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas;

Impactos no Solo: 4- perda da capacidade do solo de funcionar como substrato para o desenvolvimento dos vegetais em consequência da compactação do mesmo; 5- possível alteração da capacidade do solo em absorver e refletir raios solares decorrente da transformação do meio; 6- Alterações na forma de uso do solo (com perdas de terras potencialmente agricultáveis e de áreas verdes);

Impactos para o Homem: 7- geração de emprego devido à demanda de mão-de-obra para a execução da ação; 8- redução da qualidade de vida da população local em decorrência da poluição do ar por material particulado e do aumento dos níveis de gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas; 9- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido a poluição sonora que os mesmos são expostos; 10- dinamização da economia local em consequência do consumo de produtos, ocorrendo assim um maior fluxo de dinheiro na cidade;

Ação 5: construção da ponte:

Impactos: Ar: 1- provável aumento da concentração de material particulado em suspensão no ar em consequência da poluição do ar por resíduos em pó de cimento, areia, cal, argila; 2- possível alteração da dispersão das ondas sonoras decorrente do aumento dos níveis de ruídos (poluição sonora); 3- possível aumento da concentração de gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas;

Impactos: Solo: 4- provável alteração na composição química do solo decorrente da deposição de materiais químicos no mesmo (poluição do solo); 5- possível alteração da capacidade do solo em absorver e refletir raios solares decorrente da transformação do meio;



Impactos na Fauna: 6- Afastamento (afugentamento) da fauna aquática; 7-. Alteração de habitats para aves migratórias; 8- Modificação de habitats de abrigo, alimentação e reprodução da fauna aquática e da fauna terrestre;

Impactos nos Recursos Hídricos: 9- provável mudança da composição química da água subterrânea decorrente da percolação de produtos químicos lançados no solo; 10- possível alteração física da água superficial em função do carreamento de partículas; 11- Resuspensão de sedimentos de fundo durante a instalação dos pilares; 12- Represamento e assoreamento de cursos d'água;

Impactos para o Homem: 13- dinamização da economia local devido o consumo de material para a construção civil, ocorrendo assim um maior fluxo de dinheiro na cidade; 14- geração de empregos devido a demanda para a execução da ação; 15- provável diminuição da qualidade de vida da população circunvizinha devido a poluição visual decorrente da disposição inadequada de resíduos; 16- provável diminuição da qualidade de vida da população circunvizinha devido ao acúmulo de resíduos da construção civil que atraem e servem de criadouros de vetores; 17- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido a poluição sonora que os mesmos são expostos; 18- Mudança na incidência de DST; 19- possível aumento na incidência de acidentes com animais peçonhentos; 20- Mudança nos níveis de prostituição e de ocorrência de gravidez na adolescência; 21- Pressão sobre as áreas indígenas;

Ação 6: aplicação de manta asfáltica na embocadura da Ponte:

Impactos: Ar: 1- possível aumento da concentração de gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas; 2- possível alteração da dispersão das ondas sonoras decorrente do aumento dos níveis de ruídos (poluição sonora); 3- provável dispersão de odores em consequência da fervura da substância derivada do petróleo;

Impactos no Solo: 4- possível alteração da capacidade do solo em absorver e refletir raios solares decorrente da transformação do meio; 5- provável alteração na composição química do solo decorrente da deposição de derivados do petróleo no mesmo (poluição do solo);

Impactos para o Homem: 6- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido a poluição sonora que os mesmos são expostos; 7- geração de empregos devido a demanda para a execução da ação; 8- provável diminuição da qualidade de vida da população circunvizinha devido a poluição do ar decorrente da fervura da substância derivada do petróleo; 9- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido à poluição do ar decorrente da fervura da substância derivada do petróleo que os mesmos são expostos ;10- dinamização da economia local devido o consumo de material para a construção civil, ocorrendo assim um maior fluxo de dinheiro na cidade;

Fase de Operação

Ação 1: tráfego de veículos automotores

Impactos: Ar: 1- provável elevação da concentração de gases poluentes e de material particulado no ar devido à combustão de petróleo utilizado nos veículos automotores; 2- poluição sonoras e vibrações;

Impactos no Solo: 3- poluição do solo por resíduos sólidos provenientes dos veículos ou simplesmente jogados pelos usuários da Ponte; 4- Taludes instáveis e rompimento de fundações

Impactos nos Recursos Hídricos: 5- poluição da água superficial e subterrânea;

Impactos na Fauna: 6- possível ocorrência de acidentes envolvendo animais; 7- afugentamento e alteração de habitats da fauna;

Impactos na Flora: - invasão de espécies exóticas através sementes carregadas por veículos;

Impactos para o Homem: 9- redução dos gastos financeiros com o atual sistema de travessia por balsas; 10- melhora no escoamento da produção agrícola do entorno dos municípios; 11- facilidade de acesso às atividades culturais municipais e criação de novos espaços turísticos e de

lazer no entorno da ponte; 12- acidentes envolvendo seres humanos; sinalização; 13 - pressão sobre o território das comunidades indígenas.

Ação 2: uso múltiplos da ponte para lazer e esporte.

Impactos: Homem: aumento da qualidade de vida; 2 - pressão sobre o território das comunidades indígenas.

Impactos nos Recursos Hídricos: 3- provável poluição do Rio por resíduos provenientes das práticas esportivas e de lazer;

Impactos na Fauna: 4- afugentamento de fauna terrestre e aquática.

Fase de Manutenção

Ação 1: manutenção dos componentes estruturais da Ponte:

Impactos: Ar: 1- provável aumento da concentração de material particulado em suspensão no ar em consequência da poluição do ar por resíduos em pó de cimento, areia, cal, argila; 2- Aumento dos níveis de ruídos e vibrações; 3- possível aumento da concentração de gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas;

Impactos na Fauna: 4- Afastamento (afugentamento) da fauna aquática; 5- Alteração de habitats para aves migratórias;

Impactos para o Homem: 6- geração de empregos devido a demanda para a execução da ação;

7- prejuízos a saúde dos trabalhadores devido a poluição sonora que os mesmos são expostos; 8-

Aumento da segurança no tráfego;

Ação 2: inspeção e avaliação do Rio

Impactos nos Recursos Hídricos: 1-Resuspensão de sedimentos durante os trabalhos de inspeção e avaliação no fundo do Rio;

Impactos para o Homem: 2- geração de empregos;

Fase de Desativação

Ação 1: demolição das estruturas da Ponte.

Impacto: Homem: 1- geração de emprego decorrente da demanda de mão-de-obra; 2- possível dano à paisagem natural devido à transformação visual/física do ambiente; 3- provável alteração na saúde dos trabalhadores devido a poluição do ar por material particulado; 4- provável alteração da saúde dos trabalhadores decorrente do aumento dos níveis de ruídos (poluição sonora);

Impactos no Ar: 5- provável alteração das propriedades do ar devido à poluição do ar por poeira gerada da execução da ação;

Impactos na Fauna: 6- afugentamento de espécies;

Ação 2: limpeza geral da área.

Impacto: Homem: 1- geração de emprego decorrente da demanda de mão-de-obra 2- possível melhora na paisagem devido à transformação visual/física do ambiente;

Ação 3: recuperação da área.

Impacto: Ar: 1- possível melhora da qualidade do ar devido ao aumento dos níveis de oxigênio no ar e diminuição de outros poluentes;

Impactos no Solo: 2- possível melhora das propriedades do solo em consequência da revegetação da área que impedirá possíveis processos de erosão e lixiviação do solo;



Impactos na Água: 3- Possível melhora da qualidade da água subterrânea decorrente da revegetação da área que servirá como proteção para o solo e este para a água subterrânea;
Impactos na Flora: 4- provável aumento do número de indivíduos de espécies do Cerrado no local decorrente do processo de revegetação;
Impactos na Fauna: 5- possível retorno da fauna ao local em consequência do processo de revegetação da área;
Impactos para o Homem: 6- geração de emprego decorrente da demanda de mão-de-obra. 7- possível recuperação da paisagem devido à transformação visual/física do ambiente; 8- possível melhora da qualidade de vida do homem devido a recomposição do ambiente natural.

Caso 2: Trabalho apresentado no CONGEA - IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28/11/2013 - IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e Saneamento

Autores: Dinael David Ferreira Lima³, Amanda Alves Feitosa

Título: Diagnóstico dos Impactos Socioambientais Decorrentes da Ampliação da Ponte Juscelino Kubitschek em Teresina-PI

Diagnóstico dos principais impactos decorrentes da ampliação da ponte Juscelino Kubitschek, em Teresina-PI. - Observações diretas - registros fotográficos – checklist

Objetivo - confecção de uma matriz para descrever os impactos observados na realização do empreendimento nos meios biótico, físico e antrópico – para antecipação de possíveis impactos e correção, caso possível. FERREIRA-LIMA et al (2013)

Destacam-se dentre os impactos no meio físico causados pelas máquinas utilizadas na obra, conforme FERREIRA-LIMA et al (2013): A intensificação da erosão do solo pela retirada de material para a colocação dos pilares que sustentarão a nova via da ponte JK; b) Os ruídos intensos; c) A movimentação de resíduos sólidos em suspensão, . Veja a figura 2.



Figura 2. Impactos Físicos. Foto: FERREIRA-LIMA et al (2013)

³ * Dinael David Ferreira Lima - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI. dinael1988@oi.com.br



FERREIRA-LIMA et al (2013), ainda destaca que: “ É válido ainda ressaltar as possíveis alterações na qualidade da água gerada por poeiras geradas nos processos de operação da obra, que puderam ser inferidas com base nas observações feitas no local”.

Observa-se no meio biótico, conforme a Figura 3, várias ações e ocorrências impactantes, como, por exemplo: a) O desmatamento generalizado; b) A derrubada de mata ciliar de possível área de empréstimo; b) Fragmentação da vegetação para a implantação do canteiro de obras; c) Desmate para abertura de vias de acesso; d) Dispersão da fauna silvestre; entre outros.



Figura 3 - Impactos observados no meio biótico. Foto: FERREIRA-LIMA et al (2013)

No meio antrópico, os impactos dividem a opinião dos vendedores de plantas ornamentais. Os da margem direita do rio Poti, o deslocamento temporário foi muito favorável, visto que seus lucros foram auferidos. Já para os vendedores da margem esquerda do rio, a mudança não foi favorável, pois estes têm que dividir o estacionamento usado para clientes com várias pessoas, que transitam no local quase que diariamente. Os vendedores destes locais (Figura 4) comercializam plantas diversas, como rosas, tulipas, bonsais, além de mudas frutíferas ou não (SEMDEC, 2013).



Figura 4: Shopping Natureza em Teresina-PI. Fonte: SEMDEC, 2013.

In: FERREIRA- LIMA et al (2013)

Outras transformações também fazem parte do processo da construção e afetam de alguma forma o meio antrópico: Alteração da Paisagem local; Melhoria do Fluxo do trânsito; geração de empregos diretos e indiretos; modificação e diversificação da oferta de serviços; intensificação do turismo e do lazer; melhoramento do tráfego de veículos; especulação imobiliária

4.2 Danos Causados Pelo Meio ambiente às Estruturas de Pontes

Caso 3: Trabalho apresentado no Cinpar 2010 – VI Congresso Internacional Sobre Patologia y Recuperación de Estructuras – 2,3 y 4 de junho de 2010 – Em Córdoba. Argentina
Autores: Luiz Carlos Mendes⁴, Líbia da Costa Lourenço⁵, Vancler Ribeiro Alves⁶,
Título: Pontes em Concreto Armado em Meios de Elevada Agressividade Ambiental

No caso de Pontes e viadutos, Mendes et al (2010). Defende que alguns fatores determinam a ocorrência e intensidade da corrosão. São eles: 1) o ambiente onde a estrutura se situa; 2) os agentes agressivos presentes no meio e; 3) a capacidade de resistência da estrutura. No ambiente, sua a composição física, química e biológica pode constituir um diferencial na existência de patologias em uma estrutura, visto que as propriedades ambientais são conferidas a partir destes componentes.

Conforme MENDES et (2010):

“Muitas pontes e viadutos estão localizados em ambientes considerados de forte agressividade ambiental, como matas, rios, regiões industrializadas, ambientes nativos e de fortes variações climáticas. A agressividade destes ambientes proporciona estados de corrosão associados a outras patologias inerentes que atacam o concreto armado e o material metálico em pontes e viadutos, o que pode trazer graves conseqüências à vida útil e à funcionalidade da estrutura...”

O estudo deste caso 3 está baseado no estudo efetuado por MENDES et al (2010), que também norteou a revisão da literatura - **Agressões Ambientais às Estruturas de Pontes**. Essa escolha se deu ao fato da referida revisão apresentar elementos fundamentais para a análise em questão.

Para Mendes et al (2010) as agressões às estruturas de pontes em concreto armado e metálicas por parte do ambiente agressivo pode se dar por meio da ação de cloretos e também por carbonatação. No caso, das pontes em estruturas metálicas, a agressão, está em forma de corrosão por processos de caráter eletroquímico, sendo possíveis reações com ácidos e outras substâncias.

Mendes et al (2010, também destaca que as reações de oxirredução ocasiona a corrosão eletroquímica, transformando átomos metálicos em íons livres em solução aquosa. Essa forma de corrosão ocorre em pontes metálicas e também em armaduras expostas de pontes de concreto.

^{4,6,8} - Luiz Carlos Mendes, Vancler Ribeiro Alves & João Cassim Jordy - D.Sc. Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, sala 360, bloco D, CEP 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ - Líbia da Costa Lourenço - M.Sc. Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, sala 360, bloco D, CEP 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

⁷ - Mychael Vinicius da Costa Lourenço - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Com relação a corrosão microbiológica que agride pontes e viadutos, Mendes et al (2010), preceitua que: “A variabilidade genética e fisiológica existente dentre os microrganismos, principalmente bactérias, permite que determinados grupos se instalem em estruturas de obras-de-arte especiais, podendo lhes causar danos”, a partir do mais variados mecanismos, como: a) Liberação de metabólitos corrosivos e; b) Criação de um microambiente com condições físicas diferenciadas,

5. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados a partir do resumo da demonstração da aplicabilidade do Modelo PER (Pressão, Estado, Resposta) e da Construção de Tabelas comentadas relativas a Revisão da Bibliografia e referenciadas pelos casos 1, 2 e 3 apresentados.

Conforme MARANHÃO (2007) a utilização dos Indicadores e parâmetros oferecidos pelo instrumento PER (Pressão, Estado, Resposta), aqui adotado, são de fundamental importância para a análise das agressões ao meio ambiente, como também, das agressões que o próprio meio ambiente infringe às Obras de Construção de Pontes.

Pressão: As pressões que eventos de construção de pontes e viadutos em estruturas de concreto armado e metálicas exercem sobre o meio ambiente local causando impactos ambientais distintos, ocasionam mudanças no estado deste meio ambiente, seja, físico, climático, biótico etc.

Estado: Essas mudanças, na maioria das vezes danosas ao meio ambiente, trazem malefício, não só, diretamente, para o aspecto ambiental, como também para o ser humano. Não raro, traz desequilíbrio aos pilares da sustentabilidade (social – econômico - ambiental), exigindo, assim, respostas rápidas e eficazes por parte de todos os agentes envolvidos (sociedade – governos – empreendedores).

Resposta: Este trabalho objetiva identificar as mútuas agressões relacionadas ao meio ambiente e às construções de Pontes e Viadutos com Estruturas de concreto armado e/ou metálicas, qualificá-las e oferecer um conjunto de ações objetivando suas mitigações, e, se possível, suas eliminações, com vista ao equilíbrio das partes e dos princípios da sustentabilidade, que, conseqüentemente agrega valores ao empreendedor, melhorando, inclusive, a sua imagem, trazendo, portanto, vantagens competitivas e econômicas. A sociedade (por meio de fiscalização e cobranças etc.), os governos (por meio de legislação e fiscalização, advertências e punições), os empreendedores (por meio de ações preventivas, supervisão, correção etc.) devem estruturar os devidos ajustes, dando respostas às demandas requeridas para o equilíbrio ambiental, social e econômico. Assim, o PER se constitui em um instrumento valiosíssimo para aferir esses parâmetros em determinado empreendimento que incorporam os pilares da sustentabilidade e, sugerir medidas de correção de rumos.

Para MARANHÃO (2007)⁷, Os indicadores de respostas da sociedade – ações tomadas pela sociedade – demonstram que as respostas ambientais referem-se a ações individuais e coletivas e induzem as ações de mitigação, adaptação ou para evitar impactos negativos gerados pelo homem no ambiente, incluindo também nas ações de preservação e

⁷ Ney Maranhão - D.Sc. Engenharia Civil, 2007) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE 1.

conservação do meio ambiente e dos recursos naturais. A figura 5 é utilizada como um modelo esquemático do PER, neste caso, apresenta sua variação para PSR - Indicadores de Respostas da Sociedade - onde podem ser observados os três pilares da sustentabilidade, reforçando sua aplicabilidade para o presente estudo, como um importante Indicador de Sustentabilidade Ambiental.

Indicadores de sustentabilidade ambiental.



Figura 5: Estrutura do PER - PSR – Fonte: MARANHÃO, (2007)

As Tabelas comentadas relativas a Revisão da Bibliografia e referenciadas pelos casos 1, 2 e 3 objetivam apresentar, sinteticamente, os resultados da pesquisa referente aos casos 1, 2 e 3, respectivamente.

Na tabela 1, se pode observar que a ocorrência dos impactos negativos (79) são imensamente superiores aos impactos positivos (27), se igualando apenas no quesito Inspeção e Avaliação do Rio. Os impactos positivos só se demonstram superiores com relação às ações de limpeza geral da área e recuperação da área. Olhando o estudo como um todo se pode afirmar que os impactos positivos mais predominantes se referem a geração de empregos. Tal avaliação demonstra a necessidade de ações na direção de rever procedimento para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e potencializar os impactos que trazem benefícios ao meio.

A tabela 1 apresenta o resumo dos Impactos Ambientais da Ponte Sobre o Rio Tocantins, observados no caso 1, quantificados e qualificados por fase do evento

Tabela 1 - Resumo dos Impactos Ambientais da Ponte sobre o Rio Tocantins observados no caso 1, quantificados e qualificados por fase do evento

FASES	IMPACTOS OU FATORES DE IMPACTOS	Quantificação dos Impactos positivos	Quantificação dos Impactos negativos
IMPLANTAÇÃO	DESMATAMENTO PARA CONSTRUÇÃO: ESCRITÓRIO, DEPENDÊNCIAS PARA ALOJAMENTOS, REFEITÓRIOS	01	11
	CONSTRUÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS	01	04
	CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS	01	04
	APLAINAMENTO DO TERRENO	02	08
	CONSTRUÇÃO DA PONTE	02	19
	APLICAÇÃO DE MANTA ASFÁTICA NA EMBOCADURA DA PONTE	02	08
OPERAÇÃO	TRÁFEGO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES	03	10
	USO MÚLTIPLOS DA PONTE PARA ESPORTE E LAZER	01	03
MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS DA PONTE	02	06
	INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DO RIO	01	01
DESATIVAÇÃO	DEMOLIÇÃO DAS ESTRUTURAS DA PONTE	01	05
	LIMPEZA GERAL DA ÁREA	02	-
	RECUPERAÇÃO DA ÁREA	08	-
TOTALS		27	79

Tabela elaborada pelo Autor (2016), Fonte dos Dados: CORREIA et al (2010)

A Tabela 2 apresenta o resumo do diagnóstico dos Impactos Sócio-Ambientais decorrentes da ampliação da Ponte Juscelino Kubitschek em Teresina-PI - descritos no caso 2, classificados conforme os meios: Físico, biótico e antrópico – com atribuições de graus qualitativos diversos.

Tabela 2 - Impactos Sócio-Ambientais decorrentes da ampliação da Ponte Juscelino Kubitschek em Teresina-PI - meios: Físico, biótico e antrópico – com atribuições de graus qualitativos

MEIO	AÇÕES/IMPACTOS/FATORES DE IMPACTOS	ORDEM-VALOR	INCIDÊNCIA-IRREVERSIBILIDADE-TEMPO
FÍSICO	CIRCULAÇÃO DE MÁQUINAS, PESSOAS E OUTROS VEÍCULOS	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	EROSÃO PROVOCADA POR ESCAVAÇÕES	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E PERMANENTE
	RUÍDOS	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	PARTÍCULAS SÓLIDAS EM SUSPENSÃO	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	ALTERAÇÃO NO MICROCLIMA LOCAL	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
	ACÚMULO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	EROSÕES DIVERSAS	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
BIÓTICO	ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA GERADA POR POEIRAS GERADAS NOS PROCESSOS DE OPERAÇÃO DA OBRA	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	DERRUBADA DA MATA – DESMATE GENERALIZADO	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
ANTRÓPICO	FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO	DIRETO	LOCAL, REVERSÍVEL E

		INOVARSE – REVENHO SOCIAL APLICADA	
		29 e 30 de setembro de 2016.	
I Ó T I C O	PARA A IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	NEGATIVO	TEMPORÁRIO
	DISPERSÃO DA FAUNA SILVESTRE	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	DESMATE PARA ABERTURA DE VIAS DE ACESSO	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	DERRUBADA DE MATA CILIAR DE POSSÍVEL ÁREA DE EMPRÉSTIMO	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	OUTROS – (POSSIBILIDADE DE INCÊNCIOS)	DIRETO NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
A N T R Ó P I C O	ALTERAÇÃO DA PAISAGEM LOCAL	DIRETO POSITIVO/NEGATIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
	MELHORIA DO FLUXO DO TRÂNSITO	DIRETO POSITIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
	GERAÇÃO DE MPREGOS DIRETOS E INDIRETO	DIRETO POSITIVO*NEGATIVO	LOCAL/REGIONAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	MODIFICAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO DA OFERTA DE SERVIÇOS	DIRETO POSITIVO	VARIÁVEL, REVESÍVEL E TEMPORÁRIO
	DESLOCAMENTO DOS VENDEDORES DE PLANTAS ORNAMENTAIS E ALTERAÇÃO DE SEUS AMBIENTES DE TRABALHO	DIRETO POSITIVO/NEGATIVO	LOCAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	INTENSIFICAÇÃO DO TURISMO E DO LAZER	DIRETO POSITIVO	LOCAL, IRREVERSÍVEL E PERMANENTE
	MELHORAMENTO DO TRÁFEGO DE VEÍCULOS	DIRETO POSITIVO	REGIONAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO
	ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA	DIRETO/INDIRETO E NEGATIVO	REGIONAL, REVERSÍVEL E TEMPORÁRIO

*Desemprego por motivo de diminuição de vagas geradas pelo próprio encerramento da obra
Tabela elaborada pelo Autor (2016), Fonte dos Dados: FERREIRA-LIMA et al (2013)

A partir da Tabela 2, se pode Observar que a ampliação da ponte JK trouxe, de forma imediata, diversos impactos, muitos deles negativos e alguns positivos. Desta forma, percebeu-se que os impactos de ordem negativa se sobressaíram aos de ordem positiva, principalmente no tocante aos impactos físicos e bióticos (não ocorrendo com nestes meios nenhum impacto positivo). Já no meio antrópico, foram percebidos impactos positivos resultantes da alteração da paisagem. Conclui-se então que este diagnóstico demonstra uma previsão e uma descrição das atividades impactantes no local da obra, sendo preciso um aprofundamento posterior do estudo dos impactos decorrentes da obra.

A Tabela 3 abaixo apresenta o resumo / condensamento, identificando os agentes de agressão ambiental às estruturas de ponte e viadutos em concreto armado e em Estruturas metálicas. Percebe-se que os principais danos são relativos à corrosão, considerados a partir da revisão da literatura e do caso 3 apresentado.

Tabela 3: Demonstrativo sintético de agentes responsáveis por corrosão em estruturas de concreto armado e metálicas referente ao caso 3

Agentes agressores ambientais	Estruturas de pontes	Impacto/Mecanismo
cloretos	Estruturas de concreto armado e protendido	<ul style="list-style-type: none"> Neste caso, os íons provocam o rompimento da camada de óxido protetora da armaduras em estruturas de concreto; Dissolução do cimento, expondo-as à deterioração por processos geralmente químicos ou eletroquímicos

carbonatação	Estruturas de concreto armado e protendido	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da alcalinidade do cimento, em função da reação do hidróxido de cálcio com compostos do meio, gerando sais de cálcio, prejudicando as estruturas de concreto, a partir da fragilização do cimento, expondo, assim, as armaduras ao meio.
processos eletroquímicos, sendo possível Reações com ácidos e outras substâncias	Estruturas Metálicas e estruturas expostas de concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrem a partir de reações de oxirredução. Átomos metálicos são transformados em íons livres, em contato com solução aquosa. Este caso afeta: tanto estruturas de pontes metálicas como estruturas de pontes de concreto, todavia. Dependendo da intensidade e da região onde está a estrutura onde ocorre, a corrosão eletroquímica pode gerar deformações de morfologias características, tornando a morfologia uma forma efetiva de classificação dos processos corrosivos em estruturas metálicas). • A presença de íons e ácidos no ambiente local é determinante para tal tipo de corrosão
Variabilidade genética e fisiológica existente dentre os microrganismos, principalmente bactérias. – Corrosão microbiológica	Estruturas de concreto armado e protendido e metálicas	<ul style="list-style-type: none"> • Bactérias permitem a instalação de grupos nocivos às estruturas causado- lhes vulnerabilidades. Além disso, a formação de biofilmes e agregados biológicos tende a aumentar os níveis de corrosão, ao mesmo tempo em que dificulta a remoção dos seres ali presentes. • Este tipo de corrosão, também chamada de biocorrosão, corresponde à deterioração de materiais metálicos e/ou não metálicos em consequência da atividade dos microrganismos vivos.

Tabela elaborada pelo Autor (2016), Fonte dos Dados: Mendes et al (2010).

Os resultados Sintetizados na Tabela 3 podem servir de base para aprofundamentos de possíveis estudos de corrosão. No entanto, o interesse neste trabalho restringe-se aos agentes agressivos, seus impactos e mecanismos que atuam sobre as estruturas de pontes. Esses resultados serão comentados mais adiante dentro do contexto geral de análise de resultados.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 Análises dos Resultados

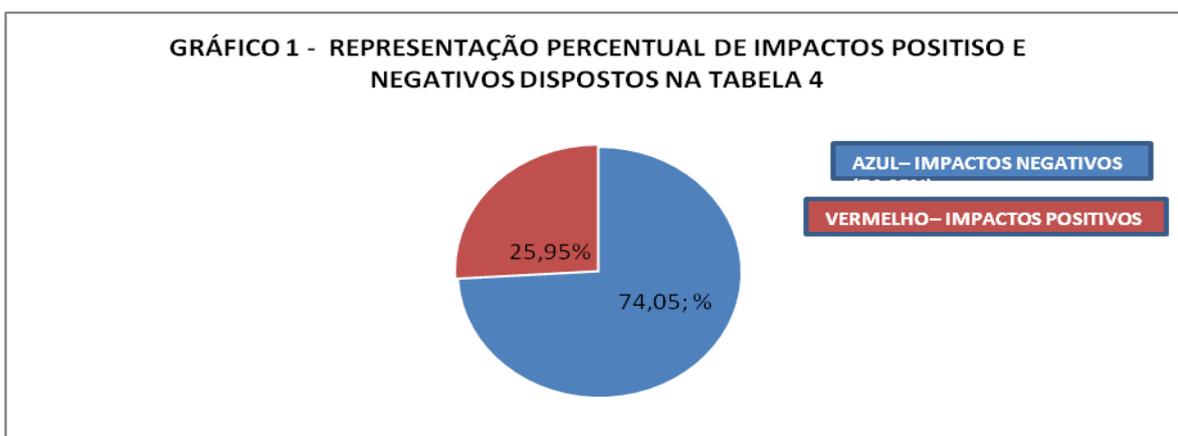
6.1.1 Agressões ao Meio Ambiente por Construção de Pontes

TABELAS	QUANTIFICAÇÃO/ IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS	QUANTIFICAÇÃO/ IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS
1	79	27	106
2	18	07	25
TOTAIS	97	34	131
IMPACTOS PERCENTUAIS	IMPACTOS NEGATIVOS/%	IMPACTOS POSITIVOS/%	TOTALIZAÇÕES/%
PERCENTUAL DOS IMPACTOS	74,05	25,95	100,00

Tabela 4 – Quantificação e Totalização dos Impactos Ambientais Positivos e Negativos Registrados nas Tabelas 1 e 2 da Pesquisa

Tabela 4 - organizada pelo autor (2016) - somatório dos impactos registrados nas tabelas 1 e 2.

Cabe ressaltar que Tabela 2, três dos fatores foram considerados, ao mesmo tempo, como impactos positivos e negativos, a saber: a) Alteração da paisagem local - Opiniões distintas com relação a paisagem anterior e a paisagem atual; b) Geração de empregos diretos e indiretos - polêmicas e opiniões distintas relativas às atividades dos vendedores de plantas ornamentais e seus respectivos deslocamentos do ambiente de trabalho; c) Deslocamento dos vendedores de plantas ornamentais e alteração de seus ambientes de trabalho – Opiniões divergentes entre os vendedores



Elaborado pelo Autor (2016)

O Gráfico 1 corresponde a representação percentual dos valores expressos na tabela 4

Como se pode perceber, tanto os valores da Tabela 1, como os valores da Tabela 2 expressam que a incidência dos Impactos Negativos são bem superiores a incidência dos Impactos Positivos. Tais resultados demonstram a necessidade de ações específicas que visem

a diminuição, ou pelo menos, a mitigação dos Impactos negativos no meio ambiente no que se refere a construção de Pontes.

6.1.2 Agressões às estruturas de Pontes por Parte do Meio Ambiente

TABELA	Agentes agressores ambientais	TOTALIZAÇÃO dos Agentes agressores ambientais
3	<p>CLORETOS CARBONATAÇÃO</p> <p>processos eletroquímicos, sendo possível Reações com ácidos e outras substâncias</p> <p>Variabilidade genética e fisiológica existente dentre os microrganismos, principalmente bactérias. – Corrosão microbiológica</p>	4
TOTAIS	4	100%

Tabela 5 – Totalização da Incidência qualitativa de Agressões por parte do Meio Ambiente as Tabela 3 - Estruturas de Pontes – Elaborado pelo Autor (2016) - com dados da Pesquisa

A Tabela 5 representa de forma qualitativa a ocorrência das Agressões por parte do Meio Ambiente as Estruturas de Ponte conforme foram identificados e relatados na Tabela 3 da Pesquisa. A qualidade dos dados levantados enseja a proposição de ações que visem seu controle, mitigação ou anulação. Um Estudo mais profundo poderia, no entanto, poderia apontar a taxa de incidência de cada um dos Agentes agressores ambientais às Estruturas de Pontes, estudado nesta pesquisa. . Nesse caso, caberiam e seriam necessárias, representações gráficas dessas interações.

Com relação ao Modelo PER- Pressão-Estado-Resposta, apesar dos resultados apresentados realçarem o quanto o mesmo é relevante e atende às expectativas para avaliação da Pressão que os agentes econômicos e sociais (aqui representados pelos empreendimentos de construção de Pontes) exercem sobre o Meio ambiente, bem como, às agressões que o Meio ambientes pode infringir as construções de Pontes, causando ônus econômicos e, conseqüentemente sociais, ressalta-se, que o mesmo não foi utilizado em sua plenitude, não sendo consideradas, portanto, todas as suas indicações, interações etc. Pode-se dizer que sua aplicação foi bastante superficial, sendo sua utilização apenas como parâmetro para apontar a possibilidade de sua aplicação nas análises ambientais. .

Em todos os casos, observou-se que os impactos negativos superam em muito os impactos positivos, e que estes, normalmente, se reduzem a dinamização da economia e, principalmente a geração de empregos diretos e/ou indiretos - Índices estes que estão relacionados aos aspectos sociais. Esses comportamento sugere que os Agentes responsáveis pelas respostas em todas as instâncias, ainda não estão conseguindo dar respostas ágeis e adequadas aos problemas ambientais, Essa distância entre incidências negativas e respostas, pode indicar uma deficiência de políticas ambientais e/ou de necessidades de percepção e avanços de técnicas de construção mais alinhadas com questões ambientais, e, até mesmo, o



quanto a pró atividade relacionadas à estes fatores que favoreceram a imagem de empreendedores, aos próprios governos e a sociedade em geral.

Desta forma, este trabalho propõe um conjunto de ações preventivas e/ou corretivas, esperando contribuir a mitigação e/ou eliminação dos problemas detectados mutuamente, principalmente, dos impactos negativos ao meio ambiente, por ser estes amplamente superiores aos demais.

6.1.3 - Ações Preventivas e Corretivas Para Agressões ao Meio Ambiente, ao Homem e a Economia por Construção de Pontes

Tabela 6 – SUGESTÕES DE AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA AGRESSÕES AO MEIO AMBIENTE, AO HOMEM E A ECONOMIA POR CONSTRUÇÃO DE PONTES.

Estudo de impactos ambientais e – relatório de impactos ambientais – avaliação dos impactos ambientais – EIA-RIMA-AIA	Elaboração de programas de educação ambiental voltados para preservação da fauna local (Compensatória)
Instalação de estações de tratamento de água	Retirada total dos resíduos (Preventiva).
Sistema de perfuração a laser, para se obter mais precisão nas fundações e se evitar uma elevada taxa de desmatamento.	Fiscalização e cobrança da sociedade, dos governos (por meio de legislação e fiscalização, advertências e punições),
Recuperação da área de forma que a torne a mais parecida possível com a original (Preventiva).	Plano para captura e remoção controlada da fauna (Preventiva)
Criação de um banco de plantas E vegetais dos indivíduos da região de entorno (Compensatória)	Adoção de um plano de recuperação que contemple o maior número de indivíduos (Preventiva).
Utilização de mão-de-obra braçal ao invés de máquinas, SEMPRE QUE POSSÍVEL, para a realização da ação o que gera mais empregos e reduz os níveis de ruído e poluição atmosférica provocados pelas máquinas (Preventiva).	Implementação de ações preventivas, supervisão, correção etc. por parte dos empreendedores, bem como ajuste de condutas visando dar respostas às demandas requeridas para o equilíbrio ambiental, social e econômico.
Fiscalização e cobrança da sociedade, dos governos (por meio de legislação e fiscalização, advertências e punições),	Adoção um plano de recuperação que contemple o maior número de espécies, aumentando a diversidade (Preventiva).
Retirar o mínimo possível dos horizontes do solo, perturbando menos o ecossistema pedológico (Preventiva)	Plantar espécies com flores para atrair pássaros, insetos e abelhas e espécies frutíferas para atrair mamíferos, répteis e pássaros (Preventiva)
Implantação de programas de educação ambiental (Preventiva)	Plantio de gramíneas ao redor dos prédios (Corretiva)
Consumo de bens e produtos locais	Retirada de todos os resíduos gerados (Corretiva)
Incentivo fiscal do poder público para a contratação de mão-de-obra local (preventiva).	Criação de áreas verdes com o intuito de aumentar o sequestro de carbono na região (Compensatória)
Manutenção dos catalisadores das máquinas (Preventiva) para controle dos gases poluentes no ar devido à combustão de petróleo utilizado nas máquinas; Adoção de outras áreas para o desenvolvimento dos vegetais (Compensatória)	Evitar preparar as massas para a construção sobre o solo, bem como fazer a manutenção constante das máquinas evitando assim o derramamento de óleos e demais fluidos; manter a área de reabastecimento das máquinas e veículos devidamente impermeabilizada (Preventiva)
Utilização de EPI's (Preventiva) – Equipamento de Proteção Individual	Incentivo às atividades de lazer e cultura; (Preventiva).
Evitar trabalhar em horários de maior incidência de ventos não permitindo assim que esses materiais se dispersem (Preventiva)	Sinalização devidamente posta indicando presença de animais silvestres e a necessidade de cuidados (Preventiva)
Evitar a grande entrada de sedimentos no lençol freático durante as perfurações (Preventiva)	monitoramento da qualidade da água de influência da Ponte (Preventiva)
Realização de treinamento em primeiros socorros	Limpeza constante da área da Ponte (Corretiva)
Contratação de empresa que recolhe entulhos e resíduos de construção civil (Preventiva)	Reflorestar parte inutilizada do terreno com espécies nativas (Corretiva)
Educação sexual para os trabalhadores (minimizadora).	Isolamento do local durante a realização da obra (Preventiva)
Incentivo à preservação das áreas a montante e jusante das obras com a finalidade de preservação da fauna aquática (Compensatória)	Maior exigência de qualidade ainda nos estudos e projetos e manutenção desses taludes existentes por meio do replantio de gramíneas (Preventiva)
aplicar a deposição de derivados do petróleo no solo somente nas áreas extremamente necessárias e em dias quentes, evitando assim que as águas da chuva possam carrear esse material para corpos hídricos (Preventiva)	

Elaborado pelo Autor (2016) – Com dados da pesquisa e percepção

6.1.4 - Ações Preventivas e Corretivas para Agressões Ambientais a Construção

Tabela 7 - SUGESTÕES DE AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA AGRESSÕES AMBIENTAIS A CONSTRUÇÃO DE PONTES VISANDO O EQUILÍBRIO SÓCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAL	
Inspeção na manutenção do bom estado das obras-de-arte especiais	Manutenção eficiente (adequado e suficiente), que inclua os procedimentos necessários ao bom estado da ponte.
Inspeção geral e preventiva permanente	pinturas impermeabilizantes e revestimentos.
Alteração de limite de velocidade de circulação, controle de tráfego, limitação de sobrecarga, monitoramento permanente ou periódico, interdição, reforço emergencial, reparo ou recuperação.	Produção de materiais auxiliares, tais como fotografias, vídeos e croquis, auxilia no entendimento da condição estrutural, na formulação de um diagnóstico concreto e na definição de uma metodologia de reabilitação
Cabe observar a importância da descrição das condições ambientais em um relatório final de inspeção. Principalmente quando se trata de um ambiente nativo ou então um ambiente fortemente agressivo	.Observar, relatar e tomar medidas sobre eventuais condições climáticas e ambientais excepcionais que possam ter interferido nos procedimentos de inspeção, tais como chuvas, enchentes, solapamentos de fundações e ventos fortes, devem ser relatadas
Recuperação emergencial se for o caso. - a fim de evitar o colapso da estrutura.	Mapa geral de prospecção que possa servir de base para o planejamento de inspeções e metodologias de reparo.

de Pontes

Elaborado pelo Autor (2016) – Com dados da pesquisa e percepção

7. CONCLUSÕES

A ocorrência de problemas patológicos é um fenômeno comum dentre as pontes em todo mundo, e, em alguns casos, não são verificados programas eficientes de manutenção. Isso pode comprometer o desempenho da estrutura. Logo, faz-se necessário estimular a elaboração mecanismos de prevenção e correção desses fenômenos, conforme abordado.

Com relação aos Impactos Ambientais, Sociais e Econômicos são inúmeros os mecanismos utilizados na construção de Pontes que causam interferências, causando danos negativos relativos a estes pilares da sustentabilidade. No entanto, é possível que, a partir de uma metodologia correta e de ações de preventivas e corretivas tais ocorrências sejam minimizadas ou até mesmo eliminadas. Neste contexto, é necessário que, não apenas se construa um conjunto de ações para os problemas detectados ou previstos, mas sim, colocá-los em prática. A conscientização é um passo importantíssimo e fundamental para o resultado das ações sugeridas. No caso presente, a descrições de diversos eventos de impactos ambientais e de agressões às estruturas, bem como, a utilização do Modelo PER, aponta benefícios para a avaliação dos resultados, embora ainda só tenha sido utilizada uma pequena parte do potencial desse recurso.

Ressalta-se a importância do planejamento e da abordagem criteriosa em um processo de avaliação de estruturas de obras-de-arte especiais, de modo a contribuir efetivamente para a recuperação e reabilitação das mesmas, mas principalmente se atente, cada vez mais, para os impactos sócio, econômicos e ambientais causados por essas obras. É importante que se observem os modelos de desenvolvimento de projetos de construção que possam ter impactos sobre o meio ambiente, sobre o homem e, assim, verificar a compatibilidade entre a evolução tecnológica, que tanto contribui para a melhoria da qualidade de vida do ser humano com a

preservação ambiental, garantindo os pilares da sustentabilidade. Com relação aos princípios metodológicos na área ambiental, percebeu-se a necessidade em se aprofundar os estudos para utilização mais amplas do Modelo PER.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Paulo G. Mibielli de., Barcellos, Frederico C., Green, Aristides L. & Oliveira, Sonia Maria M. de - **Indicadores para a avaliação da gestão ambiental municipal com base no modelo Pressão-Estado-Resposta**. Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambú-MG – Brasil, de 29 de Setembro a 3 de outubro de 2008.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto – inspeção e técnicas eletroquímicas**. Goiânia, Editora UFG, 1997- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Trânsito. Norma 010/2004.

CORREIA, Bequimam, Trindade, Souza, Santos & Muraishi - (Bruno Correia, , Iracildes Bequimam, Mayara Trindade, Josiano de Souza, José Roberto Santos - Cid Tacaoca Muraishi). **Avaliação de Impactos Ambientais das Obras da Ponte Sobre o Rio Tocantins Entre as Cidades de Lajeado/TO e Miracema do Tocantins/TO** - Trabalho apresentado na Fundação Universidade Federal do Tocantins – UFT. 2010 - Acessado em 23/04/2016 – disponível em: http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/3-periodo/Avaliacao_de_impactos_ambientais_das_obras_da_ponte_sobre_o_rio_tocantins_entre_as_cidades_de_lajeado-to_e_miracema_do_tocantins.pdf

FERREIRA-LIMA, D. D. ; FEITOSA, A. A. . (Dinael David Ferreira Lima, Amanda Alves Feitosa) - **Diagnóstico dos impactos socioambientais decorrentes da Ampliação da Ponte Juscelino Kubitschek em Teresina-PI**. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2013, Salvador. ANAIS - CONGRESSOS BRASILEIROS DE GESTÃO AMBIENTAL, 2013.v.4.Acessado/em 23/04/2016 – disponível em:

<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/V-058.pdf>

GENTIL, V. **Corrosão**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 2003.

IBAMA. **Relatório Perspectivas do Meio Ambiente Mundial Geo-Brasil**. Pub. IBAMA, 2002.

LOURENÇO, L. C. **Análise da corrosão em estruturas de pontes metálicas e em concreto armado**. Dissertação de Mestrado. UFF. 2007.

MARANHÃO, NEY - Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas [Rio de Janeiro] 2007 XXV, 397 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, Ney Maranhão - D.Sc. Engenharia Civil, 2007) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE 1.

MENDES, Luiz Carlos., Lourenço, Líbia das Costa, ,Alves, Vancler Ribeiro, Costa Lourenço, Mychael Vinícius da, Jordy, João Cassim. **Pontes em concreto armado em meios de elevada agressividade ambiental** - Trabalho apresentado no Cinpar 2010 – VI Congresso Internacional Sobre Patologia y Recuperación de Estructuras – 2,3 y 4 de junho de 2010 – Em Córdoba. Argentina

MORAIS, Liliane Siqueira de; GUIMARÃES, Glaucio Serra ; ELIAS, Carlos Nelson . **Liberção de íons por biomateriais metálicos**. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial (Impresso), v. 12, p. 48-52, 2007.– Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/dpress/v12n6/a06v12n6.pdf> - Acessado em: 24/04/2016



CONGRESSO NACIONAL DE
EXCELÊNCIA EM GESTÃO

ISSN 1984-9354



XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO
& III INOVARSE – RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA.
29 e 30 de setembro de 2016.

NORMA DNIT 090/2006 – ES - DNIT - **Patologias do concreto – Especificação de serviço**
Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR - Aprovação pela Diretoria Colegiada do
DNIT na reunião de 11/07/2006. Acesso em: 10 jul. 2013. Re-acessado em: 22/04. 2016.
Disponível em:
<http://www.teresina.pi.gov.br/sistemas/sitioprodater/download/4ea3320bd7.pdf>